

Aus der Schweizerischen Vogelwarte Sempach

Variation von Flügelschlagfrequenz und Fluggeschwindigkeit bei Rabenkrähen *Corvus corone*, gemessen mit Zielfolgeradar

Hans Peter Althaus und Bruno Bruderer

Eines der Ziele moderner Radar-Ornithologie ist die Charakterisierung und wenn möglich Identifizierung von Vogeleos aufgrund ihrer Echosignatur. Echosignaturen sind Intensitätsschwankungen von Radarechos, die auf den Streuquerschnittänderungen der Radarziele beruhen. Vögel erzeugen durch ihre Flügelschlagbewegungen solche Fluktuationen der Radarechos. Die in Abhängigkeit von Gewicht und Flügellänge der Vögel variierende Schlagfrequenz, die Fluggeschwindigkeit sowie die Verteilung von Schlagphasen und Pausen im Flug scheinen geeignete Parameter, um verschiedene Vogelgruppen gegeneinander abzugrenzen.

Leider zeigte es sich, daß diese vier Parameter relativ großen Schwankungen unterworfen sind. Laufende Untersuchungen zielen deshalb darauf, Gesetzmäßigkeiten in der Variabilität dieser Parameter zu erkennen. Insbesondere stellt sich die Frage, ob kontinuierlich flügelschlagende Vögel Leistungsänderungen im Flug durch Änderung der Flügelschlagfrequenz erreichen.

Vogelzugbeobachtungen mit dem Zielfolgeradar «Superfledermaus» im Raum Lauerz/SZ (430 m ü.M.; 4. 8.–15. 10. 1980) boten die Möglichkeit, nebenher einzelne Krähen, die in oder aus Richtung eines 3 km südöstlich gelegenen Schlafplatzes flogen, zu verfolgen. Ihre Flugwege wurden mit einem XYY'-Schreiber aufgezeichnet und mit Zeitmarken im Abstand von 20 Sekunden versehen. Gleichzeitig registrierten wir Flugwege und Echosignaturen auf Magnetband. Bodenwinde wurden mit einem «Wölfe» Windmesser festgestellt, Höhenwinde mit radarverfolgten

Pilotballonen. In den hier berücksichtigten Fällen war der Wind auf der Höhe der normalerweise unter 300 m ü.B. fliegenden Krähen so gering, daß die Eigengeschwindigkeit V_a ungefähr gleich groß war wie die Geschwindigkeit über Grund V_g . Von gut 50 Aufzeichnungen einzeln verfolgter Krähen waren 36 brauchbar (ohne Gleitphasen im Flug, ohne böige Winde, registrierter Flugweg länger als eine Minute).

Ergebnisse

Im Gegensatz zu den meisten übrigen Singvögeln fliegen Rabenkrähen zumeist mit kontinuierlichen Flügelschlägen. Ihre Schlagfrequenz betrug in der vorliegenden Stichprobe bei Horizontal-Fliegenden im Mittel 3,6 Hz ($s = 0,23$ bzw. 6,4%). Bei Absinkenden und Aufsteigenden stieg der Variabilitätskoeffizient (s ausgedrückt in % des Mittelwertes) auf 9 (%).

In Abb. 1 sind die Mittelwerte und Standardabweichungen der Flügelschlagfrequenzen und Fluggeschwindigkeiten je getrennt für die Klassen der Aufsteigenden ($n = 10$), der Horizontal-Fliegenden ($n = 15$) und der Sinkenden ($n = 11$) einander gegenübergestellt: Die Schlagfrequenz der Absinkenden ist deutlich geringer als die der beiden andern Klassen ($P < 0,001$). Der Unterschied zwischen den Horizontal-Fliegenden und den Aufsteigenden zeigt dieselbe Tendenz, ist aber statistisch nicht gesichert ($P < 0,1$). Korreliert man die Vertikalgeschwindigkeit V_v mit der Flügelschlagfrequenz der Absinkenden und Aufsteigenden, so ergibt sich eine recht straffe Abhängigkeit ($r = 0,822$), wobei eine Än-

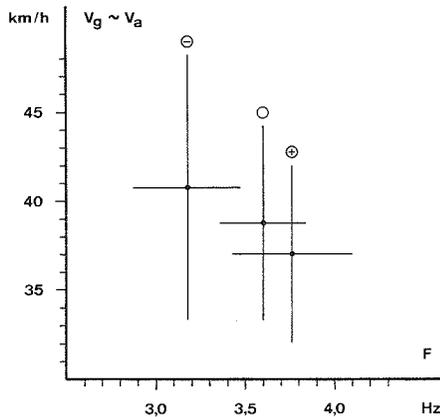


Abb. 1. Mittelwerte und Standardabweichungen von Flügelschlagfrequenz F und Fluggeschwindigkeit V_g aufsteigender (\oplus), horizontal-fliegender (\circ) und absinkender (\ominus) Rabenkrähen. — Mean values and standard deviations of wing-beat frequencies F and air speed V_g for climbing (\oplus), horizontally flying (\circ), and descending (\ominus) Carrion crows.

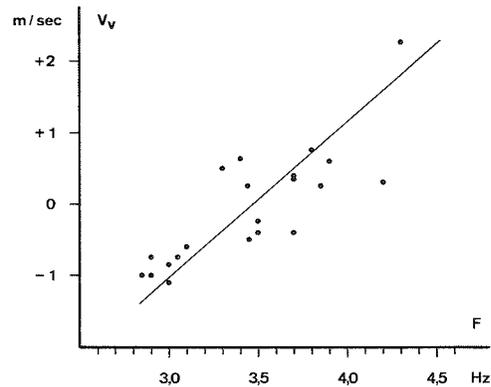


Abb. 2. Korrelation zwischen Flügelschlagfrequenz F und Vertikalgeschwindigkeit V_v von 21 nicht horizontal fliegenden Rabenkrähen ($r=0,822$; $B=0,46$; $A=3,47$ Hz). — Correlation between wing-beat frequency F and vertical speed V_v of 21 climbing or descending Carrion crows.

derung der Vertikalgeschwindigkeit um 1 m/sec mit einer Änderung der Flügelschlagfrequenz um durchschnittlich 0,46 Hz erreicht wird (Abb. 2).

Die Fluggeschwindigkeit betrug bei Horizontal-Fliegenden im Mittel 38,7 km/h ($s = 5,6$ bzw. 14,4%). Bei veränderter Vertikalgeschwindigkeit zeigten sich zwei plausible, aber statistisch nicht gesicherte Tendenzen: Absinkende erreichten durchschnittlich etwas höhere Geschwindigkeiten. Zudem scheint bei Absinkenden die Variationsmöglichkeit für die Geschwindigkeit leicht erhöht. Die Variationsbreite der Geschwindigkeit ist aber so groß, und möglicherweise durch kaum meßbare Lokalwinde beeinflusst, daß keine sehr weit gehende Interpretation möglich ist. Insbesondere ist bei der kleinen verfügbaren Stichprobe keine Korrelation zwischen der Geschwindigkeit der Horizontal-Fliegenden und deren Flügelschlagfrequenz erkennbar.

Diskussion

Flügelschlagfrequenzen von Rabenkrähen wurden schon von Meinertzhagen (1955) ausgezählt und mit 3,5–3,7 Hz angegeben.

Neuere, kinematographische Messungen ergaben 3,92 Hz ($n = 13$, $s = 0,52$ bzw. 13,2%; Griffiths 1970) und 3,88 Hz ($n = 12$, $s = 0,4$ bzw. 10,4%; Oehme & Kitzler 1974). Aus eigenen Radarmessungen (zum Teil publiziert in Bruderer, Jacquat & Brückner 1972, ergänzt durch unpublizierte Messungen) resultieren 3,8 Hz ($n = 8$, $s = 0,4$ bzw. 10,1%). Die hier verwendeten Daten von Steigenden und Horizontal-Fliegenden liegen nahe bei den bisher bekannten Werten (3,6–3,8 Hz), während die Schlagfrequenz der Absinkenden deutlich unter den üblichen Meßresultaten liegen. Nach Griffiths (1970) ist die Variationsbreite der Schlagfrequenz bei Rabenkrähen sehr hoch. Dies bestätigt sich in unseren Daten, wenn alle Flugphasen einbezogen werden. Werden nur die horizontalen Flüge berücksichtigt, liegt die Variationsbreite mit $\pm 6,4\%$ in einem Bereich, der für Vögel dieser Größe üblich ist (vgl. Griffiths 1970).

Zusammenhänge zwischen der Flügelschlagfrequenz und der Vertikalbeziehungsweise Horizontalgeschwindigkeit von kontinuierlich flügelschlagenden Vögeln wurden bis dahin nur in wenigen Fällen un-

tersucht; nämlich für die Ringeltaube *Columba palumbus* (Griffiths 1969), für *Calidris mauri* (Vaughn 1978) und für unbekannte Nachtzieher mit limikolenartigem Flug (Bloch, Bruderer & Steiner 1981; Renevey 1981).

In beiden Studien an kontinuierlich flügelschlagenden Nachtziehern konnte kein eindeutiger Zusammenhang zwischen Vertikalgeschwindigkeit und Schlagfrequenz gefunden werden; dies, obwohl Renevey (1981) seine Analyse auf einer Stichprobe von Einzelindividuen in verschiedenen Flugphasen basierte und damit die interindividuelle und interspezifische Variation reduzierte. Demgegenüber belegen die Messungen von Vaughn (1978), daß Limikolen in Extremsituationen (Freilassung vom Helikopter aus) durchaus die erwartete Schlagfrequenz-Änderung zeigen, wenn sie steil aufsteigen oder absinken ($V_v = +2$ m/s bis -3 m/s). Da Griffiths (1969) mit kinematographischen Methoden arbeitete, konnte er keine Angaben zum Zusammenhang zwischen Vertikal- bzw. Horizontalgeschwindigkeit machen. Aus seinen Tabellen läßt sich jedoch entnehmen, daß die Flügelschlagfrequenzen von gegen den Wind fliegenden Tauben um durchschnittlich 9% höher liegen als bei Windstille. Dies zusammen mit dem mehrfach bestätigten Phänomen, daß Vögel bei Gegenwind ihre Eigengeschwindigkeit steigern (vgl. etwa Bloch, Bruderer & Steiner 1981) könnte darauf hindeuten, daß Ringeltauben mit Hilfe der Flügelschlagfrequenz ihre Fluggeschwindigkeit steigern.

Folgerungen

Die vorliegenden Daten von Rabenkrähen belegen erstmals an freifliegenden Individuen, daß kontinuierlich flügelschlagende Vögel ihre Vertikalgeschwindigkeit durch Variation der Schlagfrequenz ändern können. Analoges wurde bis dahin nur an vom Helikopter aus freigelassenen Limikolen festgestellt, während Messungen an kontinuierlich flügelschlagenden Nachtziehern bis dahin keine entsprechende Gesetzmä-

ßigkeit aufdeckten. Hinweise auf erhöhte Fluggeschwindigkeiten im Sinkflug und reduzierte Variationsmöglichkeit der Geschwindigkeit im Steigflug sind weiter zu prüfen, ebenso die bei Ringeltauben ange-deutete Geschwindigkeitssteigerung mittels erhöhter Flügelschlagfrequenz.

Dank. Der Schweizerische Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung hat diese Arbeit mit dem Kredit Nr. 3.476-0.79 ermöglicht, die Schweizerische Armee hat das Radargerät kostenlos zur Verfügung gestellt und eine Vielzahl von freiwilligen Helfern haben bei den Feldarbeiten mitgewirkt. Ihnen allen, wie auch den vielen hier Ungenannten, die unsere Feldarbeit mit Material oder mit Rat und Tat unterstützt haben, danken wir herzlich.

Summary

Variation of wing-beat frequency and flight speed in Carrion Crows Corvus corone - a tracking radar study

15 horizontally flying, 10 climbing, and 11 descending crows were tracked in calm wind conditions with the tracking radar "Superfledermaus". The average wing-beat frequency and speed of horizontally flying individuals was 3,6 Hz ($s = 0,23$), and 38,7 km/h ($s = 5,6$) respectively. The wing-beat frequency of climbing and descending birds was altered by 0,46 Hz for a change in the rate of climb or descent of 1 m/sec. A tendency to higher speeds and larger variation of speeds was indicated in descending birds. These indications as well as a supposed (but in these data not visible) connection between air speed and wing-beat frequency need further research.

Literatur

- BLOCH, R., B. BRUDERER & P. STEINER (1981): Flugverhalten nächtlich ziehender Vögel. Radardaten über den Zug verschiedener Vogeltypen auf einem Alpenpass. Vogelwarte 31: 119-149.
- BRUDERER, B., B. JACQUAT & U. BRÜCKNER (1972): Zur Bestimmung von Flügelschlagfrequenzen tag- und nachtziehender Vogelarten mit Radar. Orn. Beob. 69: 189-206.
- GRIFFITHS, M.E. (1969): The variation in the wing-beat pattern of the Starling *Sturnus vulgaris* and the Wood-Pigeon *Columba palumbus*. Biophysics Research Unit, Univ. of Technol. Loughborough, Leics., Report No. 4, 14 pp. - (1970): Wingbeat frequencies and flight patterns of the more common migrant birds of the British Isles and Europe. Ibid. Report No. 9, 11 pp.

- MEINERTZHAGEN, R. (1955): Speed and altitude of bird flight (with notes on other animals). *Ibis* 97: 81–117.
- OEHME, H. & U. KITZLER (1974): Über die Kinetik des Flügelschlages beim unbeschleunigten Horizontalflug. *Zool. Jb. Physiol.* 78: 461–512.
- RENEVEY, B. (1981): Etude du mode de battements d'ailes d'oiseaux migrateurs nocturnes à l'aide d'un radar. *Rev. suisse Zool.* 88: 875–886.

- VAUGHN, C.R. (1978): Radar, insect, population ecology, and pest management. NASA Conference Publ. 2070, Wallops Island, Va.: 161–169.

*H. P. Althaus, Dr. B. Bruderer
Schweizerische Vogelwarte, 6204 Sempach*

Schriftenschau

Wüst, W. (1981): **Avifauna Bavariae** – Die Vogelwelt Bayerns im Wandel der Zeit. Band 1, Seetaucher bis Wat-, Möwen- und Alkenvögel. Im Auftrag der Ornithologischen Gesellschaft in Bayern, 728 S., über 100 Grafiken und Schwarzweißbilder sowie 16 Farbseiten, DM 59.–. – Die Bayrische Avifauna ist ein Gemeinschaftswerk zahlreicher Ornithologen, als dessen Hauptautor und Herausgeber Walter Wüst zeichnet. Der allgemeine Teil gibt einen Überblick über Geografie, Geologie, Vegetation und Klima Bayerns sowie einen Abriss der Geschichte der Ornithologie und der Entwicklung der Vogelwelt des Landes. Die Farbtafeln zeigen ornithologisch wertvolle Gebiete, einige Vogelarten und bekannte bayrische Ornithologen. Im speziellen Teil finden wir 207 durchnummerierte Arttexte, die sich auf anerkannte Nachweise beziehen, sowie 25 Texte über Voliërenflüchtlinge und Arten von unsicherem Status. Unter einem sehr weiten Blickwinkel für eine Avifauna befassen sich die Artabhandlungen unter anderem mit folgenden Themen: Volksnamen, Nomenklatur, Rassenbildung, Status der Art, Verbreitung, Dichte, Chronik des Auftretens bei Gastvögeln und des Brutvorkommens bei Brutvögeln, Bestandesveränderungen, Durchzugsphänologie, Biotop, Fortpflanzungsbiologie, Mauser, Nahrung, Ringfunde, Gefährdung und Zukunftsaussichten. Die möglichen Themen, nach denen eine Artabhandlung aufgeteilt sein kann, ist damit noch nicht erschöpft. Leider werden nicht bei jeder Art die gleichen Sachbezüge unter demselben Titel und gleich ausführlich abgehandelt. Es herrscht eine gewisse Inkonsequenz in der Auswahl, Gewichtung und Gliederung des Stoffes, die einem raschen Nachschlagen eines Sachverhaltes hinderlich ist. Die rein faunistischen Daten sind die wertvollsten Informationen, die man diesem Buch entnehmen kann. Gemäß dem Untertitel der Avifauna «im Wandel der Zeit» bestimmt die Chronik der Brutnachweise und Artfeststellungen den Umfang des Buches. Durch seine sorgfältigen Recherchen in der älteren Literatur konnte Wüst z.B. die Bestandesentwicklung von Greifvögeln über einen längeren Zeitraum hinweg verfolgen und demonstrieren, wie sich ihre Bestände seit der ganzjähri-

gen Unterschutzstellung zu erholen beginnen. Ausgezeichnet dokumentiert er z.B. auch die Einwanderung und Bestandsexplosion verschiedener Entenarten auf dem Ismaninger Stausee. Die faunistischen Aussagen sind mit Verbreitungskarten, Ringfundkarten, Tabellen und Durchzugsdiagrammen illustriert, wobei die Verbreitungskarten stets nach demselben Muster aufgebaut sind, bei den Durchzugsdiagrammen jedoch Kurven und Histogramme verschiedenster Ausführung miteinander abwechseln. Die nicht-faunistischen Themenbereiche sind von unterschiedlicher Qualität. Unter «Nahrung» findet man bald eine materialträchtige Beutelliste, bald nur den Mageninhalt eines einzigen im letzten Jahrhundert geschossenen Vogels, vielfach fehlt die Rubrik ganz. In der Rubrik «Mauser», die ebenfalls nur wahlweise eingebaut ist, wird die Mauserperiode bei der Kolbenente z.B. sehr detailliert und aufschlußreich für ♂ und ♀ getrennt beschrieben, während beim Mäusebussard nur der Hinweis «siehe Handbücher» steht.

Wüst schreibt im Vorwort, oft würden die Verfasser von Avifaunen einfach zu wenig Literatur kennen. Diesen Vorwurf kann man nun Wüst bestimmt nicht machen, sein Buch lebt geradezu von den Literaturziten, und man darf wohl sagen, daß noch selten eine Avifauna erschienen ist, die die Literatur des Landes derart ausführlich berücksichtigt hätte. Die Ausführlichkeit der Darstellung von Einzelnachweisen erinnert an manchen Stellen an U. A. Corti's Bücher. Ungeachtet des Gewichts, das der Herausgeber der Literatur einräumt, fehlt dem vorliegenden Band eine Bibliografie und auch jede Angabe, wo man die zitierte Literatur wird nachschlagen können. Ebenso vermißt man das Erscheinungsjahr des Werkes und eine Numerierung der Abbildungen. Ein Kapitel mit Hinweisen zur Benützung des Buches hätte manche offene Frage klären können, z.B. die Frage nach der zugrundeliegenden Klassifikation und Nomenklatur, die nach den Kriterien der Präsentation und Auswahl der Daten und die nach dem Stichjahr, bis zu welchem die Nachweise berücksichtigt wurden. Trotz der erwähnten Mängel wird man sich bald in das Buch eingelezen haben und ihm wertvolle faunistische Informationen entnehmen können. Wer sich eine preisgünstige und gründlich dokumentierte Avifauna aus einem Nachbarland anschaffen möchte, der möge hier zugreifen. R. Winkler